

## Integration of fault detection with run-to-run control

**Patent number:** JP2005522018 (T)

**Publication date:** 2005-07-21

**Inventor(s):**

**Applicant(s):**

**Classification:**

**- international:** G05B19/418; G05B23/02; G06F19/00; H01L21/00;  
H01L21/02; H01L21/66; G05B19/418; G05B23/02;  
G06F19/00; H01L21/00; H01L21/02; H01L21/66; (IPC1-  
7): H01L21/02

**- european:** G05B19/418P; G05B23/02

**Application number:** JP20030514592T 20020712

**Priority number(s):** US20010305140P 20010716; US20020135405 20020501;  
WO2002US21942 20020712

**Also published as:**

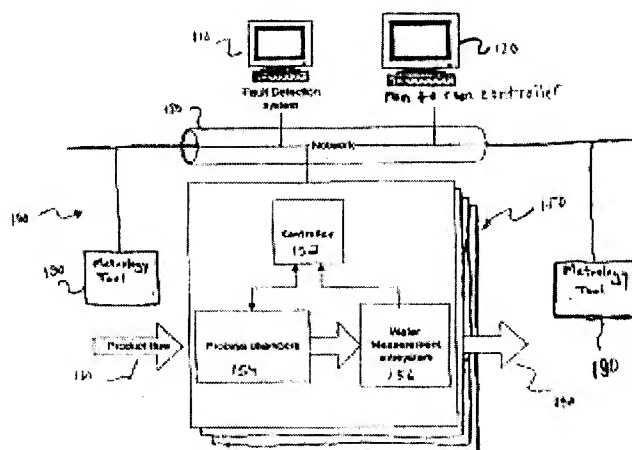
JP4377224 (B2)  
US2003014145 (A1)  
US7337019 (B2)  
WO03009345 (A2)  
WO03009345 (A3)

more >>

Abstract not available for JP 2005522018 (T)

Abstract of correspondent: **US 2003014145 (A1)**

Semiconductor wafers are processed in conjunction with a manufacturing execution system using a run-to-run controller and a fault detection system. A recipe is received from the manufacturing execution system by the run-to-run controller for controlling a tool. The recipe includes a setpoint for obtaining one or more target wafer properties. Processing of the wafers is monitored by measuring processing attributes including fault conditions and wafer properties using the fault detection system and one or more sensors. Setpoints of the recipe may be modified at the run-to-run controller according to the processing attributes to maintain the target wafer properties, except in cases when a fault condition is detected by the fault detection system. Thus, data acquired in the presence of tool or wafer fault conditions are not used for feedback purposes.; In addition, fault detection models may be used to define a range of conditions indicative of a fault condition. In these cases, the fault detection models may be modified to incorporate, as parameters, setpoints of a recipe modified by a run-to-run controller.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-522018

(P2005-522018A)

(43) 公表日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/02

F I

H01L 21/02

Z

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2003-514592 (P2003-514592)  
 (86) (22) 出願日 平成14年7月12日(2002.7.12)  
 (85) 翻訳文提出日 平成16年1月16日(2004.1.16)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/021942  
 (87) 国際公開番号 WO2003/009345  
 (87) 国際公開日 平成15年1月30日(2003.1.30)  
 (31) 優先権主張番号 60/305,140  
 (32) 優先日 平成13年7月16日(2001.7.16)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 10/135,405  
 (32) 優先日 平成14年5月1日(2002.5.1)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

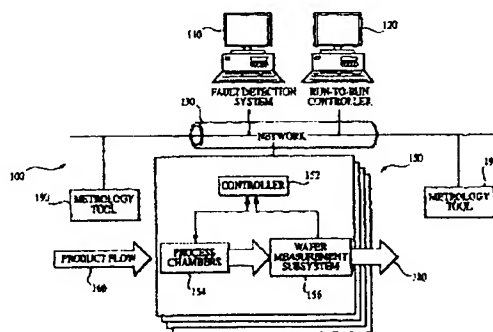
(71) 出願人 500022096  
 アブライド マテリアルズ インコーポレ  
 イテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95  
 052 サンタ クララ ビーオーボック  
 ス 450エイ  
 (74) 代理人 100077481  
 弁理士 谷 義一  
 (74) 代理人 100088915  
 弁理士 阿部 和夫  
 (72) 発明者 テリー ビー. レイス  
 アメリカ合衆国 95123 カリフォル  
 ニア州 サンノゼ ベイ ストリート 3  
 85

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 故障検出とラン間制御の統合

(57) 【要約】

製造実行システムと共にラン間制御装置および故障検出システムを用いて半導体ウェハを処理加工する。ツールを制御するため、製造実行システムからラン間制御装置によりレシピが受信される。レシピは1つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための設定値を含んでいる。故障検出システムおよび1つまたは複数のセンサを用いて故障条件およびウェハ特性を含む処理加工属性を測定することによって、ウェハの処理加工が監視される。故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、目標ウェハ特性を維持するように、処理加工属性に従ってラン間制御装置でレシピの設定値を修正してよい。したがって、ツールまたはウェハ故障条件の存在下で得られたデータはフィードバック目的には使用しない。さらに、故障条件を示す条件範囲を定義するために故障検出モデルを使用してもよく、この場合、故障検出モデルを修正して、ラン間制御装置で修正したレシピの設定値をパラメータとして組み込んでもよい。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムでウェハを処理加工する方法であって、

1) ツールを制御するレシピを前記ラン間制御装置内に受信するステップであって、前記レシピは1つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ステップと、

2) 前記故障検出システムで識別したウェハ特性および故障条件を含む処理加工属性を測定することにより前記ウェハの処理加工を監視するステップと、

3) 前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送するステップと、

4) 前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定された処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するステップと

を有することを特徴とする方法。

**【請求項 2】**

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成するステップと、前記少なくとも1つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送するステップとをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記修正するステップは、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較するステップを有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記修正するステップは、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較するステップを有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 6】**

故障条件を検出すると前記処理加工を停止するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記少なくとも1つの設定値は2つ以上の設定値であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記少なくとも1つの設定値は、温度、圧力、パワー、処理加工時間、リフト位置、および材料流量の内少なくとも1つを含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 11】**

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの少なくとも1つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 12】**

ウェハ故障が検出された場合、前記測定されたウェハ特性を用いて前記レシピを修正しないことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 13】**

ウェハを処理加工する方法であって、

1) レシピに従って前記ウェハを処理加工するステップであって、前記レシピは1つま

10

20

30

40

50

たは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも1つの設定値を含むステップと、

2) ウェハ特性を測定するステップと、

3) 故障条件を示す条件を検出するステップと、

4) 故障条件がない場合に、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定されたウェハ特性に基づいて前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項14】

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記測定するステップは処理加工中に行われることを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項16】

前記測定するステップは処理加工後に行われることを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項17】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの少なくとも1つの設定値をパラメータとして組み込むことを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項18】

製造実行システムでウェハを処理加工するシステムであって、前記製造実行システムから受信したレシピに従ってツールを制御するラン間制御装置であって、前記レシピは1つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

ウェハ属性を含む処理加工属性を測定するセンサと、

前記ウェハ特性を監視して故障条件を示す条件を検出し、前記条件を前記ラン間制御装置に転送する故障検出器とを備え、

前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記処理加工属性に従って前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正することを特徴とするシステム。

【請求項19】

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定するセンサをさらに備えることを特徴とする請求項18に記載のシステム。

【請求項20】

前記故障検出器は前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成し、前記少なくとも1つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送することを特徴とする請求項18に記載のシステム。

【請求項21】

前記ラン間制御装置は、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較することにより前記少なくとも1つの設定値を修正することを特徴とする請求項18に記載のシステム

。

【請求項22】

前記ラン間制御装置は、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較することにより前記少なくとも1つの設定値を修正することを特徴とする請求項18に記載のシステム。

【請求項23】

故障条件を検出すると、前記ラン間制御装置は処理加工を停止することを特徴とする請求項18に記載のシステム。

【請求項24】

前記少なくとも1つの設定値は2つ以上の設定値であることを特徴とする請求項18に記載のシステム。

10

20

30

40

50

**【請求項 25】**

前記少なくとも 1 つの設定値は、温度、圧力、パワー、処理加工時間、リフト位置、および材料流量の内少なくとも 1 つを含んでいることを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 26】**

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 27】**

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 28】**

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピ 10  
の前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 29】**

ウェハを処理加工するシステムであって、  
レシピに従って前記ウェハを処理加工するラン間制御装置であって、前記レシピは 1 つ  
または複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

ウェハ特性を測定するセンサと、

故障条件を示す条件を検出する故障検出器とを備え、

前記故障検出器によって検出された故障条件がない場合に、前記ラン間制御装置は、前 20  
記目標ウェハ特性を維持するように、前記ウェハ特性に基づいて前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値を修正することを特徴とするシステム。

**【請求項 30】**

故障条件が検出された場合、前記ラン間制御装置は前記レシピの前記少なくとも 1 つの  
設定値を修正しないことを特徴とする請求項 29 に記載のシステム。

**【請求項 31】**

前記センサは処理加工中にウェハ特性を測定することを特徴とする請求項 29 に記載の  
システム。

**【請求項 32】**

前記センサは処理加工後にウェハ特性を測定することを特徴とする請求項 29 に記載の 30  
システム。

**【請求項 33】**

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピ  
の前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを  
特徴とする請求項 29 に記載のシステム。

**【請求項 34】**

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムでウェハを処理加工  
するシステムであって、

ツールを制御するレシピを前記ラン間制御装置内に受信する手段であって、前記レシピ  
は 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、手段と 40

、  
前記故障検出システムで識別したウェハ特性および故障条件を含む処理加工属性を測定  
することにより前記ウェハの処理加工を監視する手段と、

前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送する手段と、

前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持す  
るよう、前記処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも 1 つ  
の設定値を修正する手段と

を備えることを特徴とするシステム。

**【請求項 35】**

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定する手段をさらに備えることを特徴とする請 50

求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 3 6】

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成する手段と、前記設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送する手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 3 7】

前記修正する手段は、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較する手段を備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 3 8】

前記修正する手段は、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較する手段を備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。 10

【請求項 3 9】

故障条件を検出すると前記処理加工を停止する手段をさらに備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 4 0】

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 4 1】

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 4 2】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。 20

【請求項 4 3】

ウェハを処理加工するシステムであって、  
レシピに従って前記ウェハを処理加工する手段であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む手段と、  
ウェハ特性を測定する手段と、  
故障条件を示す条件を検出する手段と、  
故障条件がない場合に、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定されたウェハ特性に基づいて前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正する手段と  
を備えることを特徴とするシステム。 30

【請求項 4 4】

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項 4 3 に記載のシステム。

【請求項 4 5】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 4 3 に記載のシステム。

【請求項 4 6】

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムでウェハを処理加工するための、コンピュータ可読媒体に実装されたコンピュータプログラムであって、  
ツールを制御するレシピをラン間制御装置内に受信するコンピュータ可読命令であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、コンピュータ可読命令と、  
前記故障検出システムで識別したウェハ特性および故障条件を含む処理加工属性を測定することにより前記ウェハの処理加工を監視するコンピュータ可読命令と、  
前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送するコンピュータ可読命令と、  
前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定された処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正するコンピュータ可読命令と 40

を有することを特徴とするコンピュータ可読媒体に実装されたコンピュータプログラム

。【請求項 4 7】

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定するコンピュータ可読命令をさらに有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 4 8】

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成するコンピュータ可読命令と、前記設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送するコンピュータ可読命令とをさらに有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 4 9】

前記修正するコンピュータ可読命令は、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較するコンピュータ可読命令を有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 0】

前記修正するコンピュータ可読命令は、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較するコンピュータ可読命令を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 1】

故障条件を検出すると前記処理加工を停止するコンピュータ可読命令をさらに有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 2】

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 3】

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 4】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 5】

ウェハを処理加工するための、コンピュータ可読媒体に実装されたコンピュータプログラムであって、

レシピに従って前記ウェハを処理加工するコンピュータ可読命令であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含むコンピュータ可読命令と、

ウェハ特性を測定するコンピュータ可読命令と、

故障条件を示す条件を検出するコンピュータ可読命令と、

故障条件がない場合に、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定されたウェハ特性に基づいて前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正するコンピュータ可読命令とを有することを特徴とするコンピュータ可読媒体に実装されたコンピュータプログラム

。

【請求項 5 6】

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項 5 5 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 7】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして組み込むことを特徴とする請求項 5 5 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 8】

10

20

30

40

50

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムで物品を処理加工する方法であって、

1) ツールを制御するレシピを前記ラン間制御装置内に受信するステップであって、前記レシピは1つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ステップと、

2) 前記故障検出システムで識別した物品特性および故障条件を含む処理加工属性を測定することにより前記物品の処理加工を監視するステップと、

3) 前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送するステップと、

4) 前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標物品特性を維持するように、前記測定された処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するステップと

を有することを特徴とする方法。

【請求項59】

処理加工を実行する前に物品特性を測定するステップをさらに有することを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項60】

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成するステップと、前記少なくとも1つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送するステップとをさらに有することを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項61】

故障条件を検出すると前記処理加工を停止するステップをさらに有することを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項62】

前記少なくとも1つの設定値は2つ以上の設定値であることを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項63】

物品を処理加工する方法であって、

1) レシピに従って前記物品を処理加工するステップであって、前記レシピは1つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも1つの設定値を含むステップと、

2) 物品特性を測定するステップと、

3) 故障条件を示す条件を検出するステップと、

4) 故障条件がない場合に、前記目標物品特性を維持するように、前記測定された物品特性に基づいて前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するステップと

を有することを特徴とする方法。

【請求項64】

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項63に記載の方法。

【請求項65】

製造実行システムで物品を処理加工するシステムであって、

前記製造実行システムから受信したレシピに従ってツールを制御するラン間制御装置であって、前記レシピは1つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

物品属性を含む処理加工属性を測定するセンサと、

前記物品特性を監視して故障条件を示す条件を検出し、前記条件を前記ラン間制御装置に転送する故障検出器とを備え、

前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標物品特性を維持するように、前記処理加工属性に従って前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正することを特徴とするシステム。

【請求項66】

処理加工を実行する前に物品特性を測定するセンサをさらに含むことを特徴とする請求



項 6 5 に記載のシステム。

【請求項 6 7】

前記故障検出器は前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成し、前記少なくとも 1 つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送することを特徴とする請求項 6 5 に記載のシステム。

【請求項 6 8】

故障条件を検出すると、前記ラン間制御装置は処理加工を停止することを特徴とする請求項 6 5 に記載のシステム。

【請求項 6 9】

前記少なくとも 1 つの設定値は 2 つ以上の設定値であることを特徴とする請求項 6 5 に記載のシステム。 10

【請求項 7 0】

物品を処理加工するシステムであって、  
レシピに従って前記物品を処理加工するラン間制御装置であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

物品特性を測定するセンサと、  
故障条件を示す条件を検出する故障検出器とを備え、  
前記故障検出器によって検出された故障条件がない場合に、前記ラン間制御装置は、前記目標物品特性を維持するように、前記物品特性に基づいて前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正することを特徴とするシステム。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般に半導体製造法に関する。より具体的には、本発明は、故障検出 (fault detection) の概念をラン間制御 (run-to-run control) と統合することによって半導体を製造する技法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

本出願は、2002年5月1日出願の米国出願番号10/135405および2001年7月16日出願の米国仮出願番号60/305140からの優先権を主張するものであり、両出願は本明細書に参照として組み込まれる。 30

【0 0 0 3】

通常の半導体製造処理加工では、半導体ウェハ、あるいは簡略して「ウェハ」が、いわゆるファブ (fab) の中にある多数のステーション (station) を経由して進行する。このアセンブリライン状の工程の各位置では、処理加工装置またはツール (tool) によってウェハを加工するための処理加工作業が行われる。たとえば、あるツール (例えば、成膜ツール) によってウェハに様々な層が追加され、それらの層を別のツール (例えば、エッチングツール) により加工して完全な半導体製品を形成する。 40

【0 0 0 4】

ウェハがアセンブリラインを移動する際、周期的な品質検査がウェハに対して行われる。この品質検査には通常、加工異常 (aberration) に関するウェハ上の微視的な線の幅や膜厚を測定することが含まれる。様々な品質検査の内多くの検査では、測定が行われるのは、加工異常の原因となる処理加工作業に後続するいくつかの処理加工作業がウェハに対して行われた後である。さらに、通常は、加工異常の導入とその検出との間で一定の時間といくつかの処理加工工程が経過している。従って、加工異常の導入後でもいくつかの処理加工が行われることがある。同様に、加工異常が導入された後でもツールがウェハの処理加工を継続する可能性がある。どちらの場合でも、多数のウェハを廃棄せざるを得なくなる。 50

【0 0 0 5】

これらの問題のいくつかに対処する従来技術が知られている。ラン間制御および故障検出を含む例が2つある。

#### 【0006】

概括して説明すると、ラン間制御では、送出ウェハおよび受入ウェハからのデータを、処理加工パラメータを調節するモデル化技法と共に用いることにより、処理加工アウトプット (process output) のドリフト (drift) (すなわち処理加工目標からのドリフト) に対処する。これらのドリフトは、ツールがアウトプットをもたらす形態が通常のツール使用によってわずかに変化することに関係している。たとえば、化学機械研磨 (CMP) 処理加工では、膜圧を減ずるのに用いる研磨パッドが時間と共に磨耗する。その結果、磨耗したパッドは必然的に新しいパッドよりも所望の厚さを得るのに多くの時間を要することになる。ラン間制御を用いて、研磨パッドの磨耗などの問題を考慮して研磨時間等の処理加工パラメータを調節することにより、これらの種類の問題に対処できる。

10

#### 【0007】

ラン間制御では、1つまたは複数の処理加工工程で得られた計測データを用いて処理加工レシピ (すなわち処理加工成果を実現するのに要する所定の処理加工パラメータのセット) をラン間ベースで調整する。1つのランは、ウェハの製造処理加工の1つまたは複数の工程に相当する。それは、処理加工工程およびファブに関する特有の要件および能力に応じて、1バッチのウェハロットでも、1つのロットでも、またはウェハ1枚でもよい。一般に、ラン間制御では、各処理加工またはツールで測定したデータを用いて、各ツールのレシピの設定値に対して幾分かの修正または調節を施すことにより、ウェハ特性 (たとえば、膜厚、均一性、等) をその公称値付近に維持する。通常の場合では、特定ツールでの処理加工工程中にまたはその直後に得られたデータをフィードバックして後続のラン用のレシピを調節する。同様に、次のツールにデータを送って、下流のレシピを調節してもよい。このようにして、ラン間制御を用いて処理加工アウトプットのドリフトに対処できる。

20

#### 【0008】

ラン間制御を用いて処理加工ドリフトに対処できるが、一方で、レシピ設定値に対して施される調節によらずツールが受入可能な製品を全く生産できなくなった状況では、ラン間制御は不十分である。同様に、ラン間制御ではウェハが欠陥 (flaw) を含んでいる状況に対処していない。これらの状況は、ツールまたはウェハ特性故障と称する。ツールが故障 (default) または障害 (failure) 条件に直面すると、ウェハに対して加工異常または欠陥が導入される。同様に、ウェハ特性故障により、そのウェハが修復できない条件にあることが示される。これらの条件を検出するためにいくつかの方法を用いることができる。たとえば、所与の処理加工作業の実行に要する温度からの著しい温度低下は、故障の前兆となり得る。故障条件の別の例としては、処理加工材料の流量のスパイク (spike) がある。これらの例では、ラン間制御装置は故障をドリフトとみなしており、単にツールのレシピを調節するだけでは問題に対処できなくても、そうすることによりこの状況を修復しようと試みる。このようにして、ツールは許容できる作業状態に戻されるのではなく、後続のウェハに加工異常を導入し続け、または欠陥ウェハに対する処理加工を続けることになり、その結果さらに無駄が増える。

30

40

#### 【0009】

故障検出では、ラン間制御とは対照的に、ツールおよびウェハの特性障害/故障条件を検出するために処理加工装置パラメータおよびウェハ属性を監視する。故障検出システムにより処理加工データを集め、処理加工装置の運転中に異常または故障に関して該データを分析する。故障を検出した場合、故障検出システムは種々の対処法をとり得る。たとえば、該システムは装置のオペレータに通知することもあり、あるいは処理加工装置の運用を停止することもあり得る。

#### 【0010】

故障検出は、ツールまたはウェハ特性の障害状態に対処するには適切であるが、処理加

50

工のドリフトに対処するわけではない。したがって、ツールまたは処理加工が障害を受けるまでは、故障検出システムは活動しないままであり、ツールが最適作業条件からドリフトするのを放置することになる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

したがって、ウェハを処理するより効率的な方法が必要であることが明らかである。特に、必要となるのは、処理加工ドリフトと故障条件の両方に対処できるシステムである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、ラン間制御技法と故障検出技法とを統合して上述の問題を解決するものである。具体的には、半導体ウェハおよび他の物品が、製造実行システムと共にラン間制御装置および故障検出システムを用いて処理加工される。まず、本発明のもう一つの実施形態に従って、ツールを制御するラン間制御装置により製造実行システムからレシピが受信される。このレシピは1つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための設定値を含んでいる。次いで、故障検出システムおよび/またはセンサを用いて故障条件およびウェハ特性を含む処理加工属性を測定することによって、ウェハの処理加工が監視される。これらの処理加工属性は故障検出システムからラン間制御装置へ転送される。その結果、故障条件が故障検出システムで検出された場合を除き、処理加工属性に基づいてラン間制御装置によりレシピの設定値を修正して、目標ウェハ特性を維持することが可能である。

【0013】

別の（または類似の）実施形態では、ウェハをやはりレシピに従って処理加工する。このレシピは1つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも1つの設定値を含んでいる。この技法は、ウェハ特性を測定すること、ならびに故障条件（たとえばウェハ故障か装置故障）を示す条件を検出することも含んでいる。故障条件が検出されない場合、レシピの設定値を測定されたウェハ特性に基づいて修正して、目標ウェハ特性を維持する。いくつかの実施形態では、故障条件を検出した場合、処理加工を停止する。

【0014】

別の（または類似の）実施形態では、処理加工の実行前にウェハ特性を測定してもよい。さらに別の（または類似の）実施形態では、温度、圧力、パワー、処理加工時間、リフト位置および材料の流量を含むことができる1つまたは複数のレシピ設定値が修正される。

【0015】

別の（または類似の）実施形態では、故障検出モデルを用いて、故障条件を示す条件の範囲を定義してもよい。これらの実施形態では、故障検出モデルを修正して、ラン間制御で修正されるレシピ設定値をパラメータとして組み込んでもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の種々の目的、特徴および利点はより深く理解することが可能であり、本発明に関する以下の詳細な説明を参照し、添付の図面と合せて考察すれば、これらに対する理解はさらに深まる。

【0017】

本発明の1つまたは複数の実施形態に従って、半導体ウェハを処理加工するための技法が、ラン間制御装置および故障検出システムを用いる製造実行システムと共に提供される。より具体的には、この製造実行システムは、ツールを制御するラン間制御装置にレシピを転送する。このレシピは、1つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための設定値を含んでいる。さらに、故障検出システムは、故障条件およびウェハ特性を含む処理加工属性を測定することによってウェハの処理加工を監視する。ラン間制御装置は、故障検出システムが故障条件を検出した場合を除いて、（故障検出システムならびに例えば他の情報集積源から受信した）処理加工属性に基づいてレシピの設定値を修正して、目標ウェハ特性を

維持する。

【0018】

図1は、本発明の少なくとも1つまたは複数の形態を実施するために用いる半導体製造システム100の一部のハードウェア構成図の少なくとも1つの例を示している。図1に示すように、半導体製造システム100は、他の構成要素の中でも、故障検出システム110、ラン間制御装置120、および1つまたは複数の処理加工機器またはツール150を含んでおり、それぞれネットワーク130を介して相互接続されている。上述のように、故障検出システム110は、1つまたは複数のツール150の監視と、故障条件の検出を目的とするウェハの監視とを担当する。ラン間制御装置120は、製造効率を高めることを目的としたツールレシビの修正を担当する。図1は、故障検出システム110とラン間制御装置120を分離したまたは別個の構成要素として示しているが、本発明の1つまたは複数の実施形態では、故障検出システム110とラン間制御装置120を同一計算ノードで実装することが企図される。

【0019】

ラン間制御装置120および故障検出システム110に加えて、本発明の1つまたは複数の実施形態では、任意の個数の計測ツールまたはセンサ190を1つまたは複数のツール150の上流または下流に配置して、1つまたは複数のツール150によって処理加工する直前または直後のウェハを測定することが企図される。計測ツール190は、使用の際は、ネットワーク130を介してシステム100の他の部分にリンクさせることが可能である。同様に、入力されたウェハ特性を、上流ツールまたはフィードフォワードツール（たとえば、他のツールの上流に配置されたツール）から受信することも可能である。したがって、先の製造工程の終了時またはその間にセンサで他のツールでの特性を測定し、これを現行ツールで用いるために転送してもよい。このような計測ツール190の例としては、KLA-Tencor（米国California州San Jose）が提供するRS-75（登録商標）が含まれる。

【0020】

1つまたは複数のツール150は、ウェハを処理加工して所望のアウトプットを得るために用いられる、任意の個数の種々の形式のツールとすることが可能である。例としては、CMPツール、リソグラフィツール、成膜ツールまたはエッチングツール等が含まれる。本発明の1つまたは複数の実施形態では、1つまたは複数のツールは制御装置152、任意の個数の処理加工チャンバ154、およびウェハ測定サブシステム156を含むことが可能である。以下に詳しく説明するように、制御装置152は故障検出システム110およびラン間制御装置120からの情報を用いて、ウェハを処理加工する。作業中は、まず受入ウェハ160が処理加工チャンバ154内に移動する。次いで、ウェハを処理加工した後、ツールの外部に送り出す。ある種の処理加工チャンバの例としては、デュアル型プラズマエッチチャンバおよびCMP研磨チャンバが含まれる。

【0021】

ウェハ測定サブシステム156を用いて、ウェハ処理加工の前、ウェハ処理加工の間、および／またはウェハ処理加工の後にウェハ特性を測定する。これらの特性は、対象となるツールの種類によって決まり、膜厚、均一性、等を含んでよい。ウェハ測定サブシステム156は、処理加工中にウェハパラメータを実時間で測定することが可能なin-situ型センサを含んでよい。同様に、ウェハ測定サブシステム156は、ほぼ実時間の測定をするために、処理加工チャンバ154内またはその近傍に配置された一体型またはインライン型センサを含んでよい。in-situ型センサの例としては、Applied Materials, Inc.（米国、California州、Santa Clara）が提供するIn Site Removal Monitorが含まれる。一体型またはインライン型センサの例としては、計測技法を統合したツール（たとえば、イスラエル、RehovotのNova Measurement Instruments, Ltd. が提供するNova 2020（登録商標）、または米国California州Santa ClaraのNanometricが提供するNano9000（登録商

標) ) が含まれる。

#### 【0022】

概括して説明すると、1つまたは複数のツール150は、プロセスレシピに従って、すなわち換言すると、加工処理成果を実現するのに要する所定のパラメータのセットに従って、受入ウェハ160に対して加工処理作業を行う。たとえば、通常のレシピは、所望のアウトプットを実現するのに要する任意の数の処理加工に対する1つまたは複数の設定値を定義することが可能である。したがって、レシピは、特定のウェハ結果をもたらすために必要な、温度、圧力、パワー、処理加工時間、リフト位置、および材料の流量を定めることが可能である。さらに、同様に他の特性を含んでもよい。本発明の1つまたは複数の実施形態に従って、制御装置152は、たとえば上流の計測ツール、および1つまたは複数のツール150の先行作業またはランから受け取った情報を用いて、必要であればこれらのレシピを修正する。これにより、受入ウェハの測定膜厚を、処理加工の前に先行ランの結果と共に制御装置152に提供してもよい。次いで、この情報を制御装置152が用いて、生産効率を向上するために処理加工レシピの1つまたは複数の設定値を修正してもよい。

#### 【0023】

処理加工中、ウェハ測定サブシステム156を用いて、任意の数のウェハ特性を測定してもよい。さらに、ウェハ特性を処理加工の直前または直後に測定してもよい。本発明の1つまたは複数の実施形態では、サブシステム156を用いて、(たとえばエンドポイント検出、等により) 処理加工の終了を検出してもよい。処理加工が終了すると、ウェハはプロセスチャンバ154から出され、たとえば下流ツールに移送される。処理加工の終了時に集められた任意のウェハ特性を、ウェハ測定サブシステム156または他の計測ツールのいずれかを用いて、下流ツールに転送してもよい。同様に、測定された特性を、以降のランを修正するために、制御装置152、故障検出システム110、および/またはラン間制御装置120に転送してもよい。以下に示すように、任意の故障条件を検出するため、また後続の処理加工レシピを修正するために、故障検出システム110およびラン間制御装置120に転送されたデータを分析してもよい。

#### 【0024】

図2を参照すると、半導体製造システム100に実装可能な制御システム200の一例が示されている。図2に示すように、制御システム200は制御処理部210、故障検出処理部220、ラン間処理部230、およびウェハ測定処理部240を含んでいる。制御処理部210によって、1つまたは複数のツール150の作業が、たとえば制御アルゴリズム等を用いて制御される。たとえば、制御処理部210は、ウェハを処理加工するために用いるツールまたは処理加工レシピの選定を担当する。この処理加工レシピは、システム200に、たとえば処理加工技術者等が入力またはダウンロードしてよい。レシピは、部分的に、任意の個数の目標特性によって特定される、所望の成果または生産すべき最終製品を定義する。これらの目標特性には、たとえば、CMPツールによって与えられる所望の最終膜厚が含まれてもよい。さらに、制御処理部210は、たとえば上流の計測ツールから任意の数のプレウェハ測定値214も受け取る。これらの測定値は、受入ウェハの特徴を制御処理部210に対して示し、以下に説明するようにレシピ設定値を決定するのに用いられる。

#### 【0025】

これらの入力(すなわちレシピ212および測定値214)を用いて、制御処理部210は、所望の成果を実現するために特定の設定値を生成する。当業者には周知であるように、制御処理部210は、たとえば、一定の入力に基づいて予測アウトプットを予測するモデルを用いて、目標特性および測定値214を分析する。この場合、目標特性(たとえば、膜厚)およびプレウェハ測定値(たとえば、実際の厚さ)が入力される。次いで、モデルに基づいて、所望の目標特性を得るために必要な設定値を予測することができる。本発明の1つまたは複数の実施形態では、このモデルは、たとえばシステムの初期化段階の間に処理加工技術者等によって入力または実装されてもよい。一般的に言えば、任意の好

適な半導体ウェハ製造モデルを用いてよい。

#### 【0026】

使用中、任意の個数のウェハ特性の測定値が、加工処理の前、加工処理の間、および／または加工処理の後にウェハ測定システム240によって集められる。次いで、これらの特性は、ラン間処理部230に転送される。ラン間処理部230は、ウェハ測定システム240で測定したウェハ特性を分析し、効率向上のためにツールの処理加工レシピに対して（たとえば、制御処理部210により）何らかの修正が可能であるかを判断する。例として、上述のように、CMP研磨作業中は、研磨パッドが使用に伴い磨耗する傾向がある。その結果、磨耗した研磨パッドは、特定の膜厚を得るのに新品のパッドよりも長い研磨時間を要する。長い時間を要することを認識し、必要な場合に（パッドが磨耗した場合に）研磨時間を長くするよう研磨ツールを指向する目的でラン間処理部230を使用してもよい。したがって、ラン間処理部による分析結果を制御処理部210に転送して、後続の作業での処理加工ドリフトの対処に使用することができる。

10

#### 【0027】

本発明の1つまたは複数の実施形態によると、システム200では、故障検出処理部220を用いて故障条件を検出する。以下に詳しく説明するように、故障検出処理部220は、処理加工中に、たとえばin-situ型または一体型センサにより集められたデータを使用する。1つまたは複数の実施形態では、これらの目的のために故障検出指標を生成することを想定している。具体的には、この指標を制御処理部210が使用して、処理加工レシピに対して調整をするかどうかを判断することができる。たとえば、故障検出指標、およびラン間制御処理部230によって与えられた分析結果（これらは共に本発明で用いる処理加工属性の少なくともいくつかを構成している）を制御処理部210に転送し、これら分析をし、プロセスレシピに対して変更を行うべきかどうかを判断する。たとえば、ラン間制御処理部230はレシピに対する修正を生成し、故障検出処理部220は、修正を実行すべき時または実行すべきでない時を判別する。したがって、制御処理部210は、レシピを修正できるのは、好適である場合（すなわち、対処可能な問題または非効率を改善する方法でツールレシピを調節してよい場合）だけである。したがって、システム200は、「故障」状態においては、ラン間技法により生成された修正が実施されるのを止めることができる。

20

#### 【0028】

図3は、本発明の製造処理加工を制御するために実施可能な処理手順の少なくとも1つの例を示している。ここで図3を（図1と共に）参照すると、少なくとも本実施形態では、処理手順は、ウェハ特性を測定するステップ（STEP304）で始まる。具体的には、処理加工前のウェハ特性を、それらがツール（たとえば、1つまたは複数のツール150）に到着する前に測定してよい。上述したように、上流のツールに配置した事後測定センサ、in-situ型センサ、一体型またはインライン型センサ、あるいは他の類似のデバイス中からいずれを用いてもよい。この時点で、任意の数のウェハ特性を測定してもよく、それには、たとえば、膜厚、均一性、臨界寸法、パーティクル数、等が含まれる。これらのウェハ特性を測定した後、データをラン間制御装置120に転送する（STEP308）。

30

40

#### 【0029】

ラン間制御装置120に測定データを転送することと相まって、対応するウェハが、任意の関連する処理加工情報と共に1つまたは複数のツール150に移送される（STEP312）。さらに、製造実行システム（MES）が、ウェハを処理加工する1つまたは複数のツール150で用いられる特定のレシピに関係しこれを識別する情報を送信する。当業者には周知のように、MESは、使用する特定のチャンバ、任意の処理加工手順、ツールのルーチン情報、設定、等を定めることが可能である。同様に、MESは通常、アウトプットの製品の運用および生産に要する諸加工処理および諸資源のそれぞれに対する自動化、統合、および調整を担当する。

#### 【0030】

50



次いで、1つまたは複数のツール150がその製造処理加工を実行する（STEP 316）。より具体的には、1つまたは複数のツール150は、ラン間制御装置120および/または故障検出システム110により提供された任意の情報と共に、MESから受信した情報に従って、ウェハを加工処理する。後述で説明するように、ラン間制御装置120から受信した情報を用いて、無故障時にMESにより提供されるレシピを修正または調節しても良い。

#### 【0031】

処理加工中に、後述で説明するように、故障検出システム110がツール故障またはツール障害に関してツールを監視し、ウェハ特性障害に関してウェハを監視する（STEP 320）。故障検出システムが行った分析、換言すれば、故障が検出されたかどうか、ラン間制御装置120に転送される（STEP 324）。たとえば、故障の有無を判別するために故障検出指標が（故障検出システム110から）制御装置120に送られる。本発明の1つまたは複数の実施形態によると、次いでこの情報を用いて、レシピをラン間技法に従って修正すべき（および修正すべきでない）時を判断する。

#### 【0032】

ツールによる加工処理が実行を完了した後、処理加工後測定ステップでウェハに対する測定が行われる（STEP 328）。本発明の1つまたは複数の実施形態では、測定はツール上の一体型センサを用いて行ってよい。同様に、他の種類のセンサを用いてもよい。次いで、この情報を用いて、本明細書で説明するように、後続のレシピを修正する。

#### 【0033】

本発明の1つまたは複数の実施形態により、また上述したように、ラン間制御装置120は、処理加工後測定を故障検出情報と共に用いてツールレシピを修正する。具体的には、まず、処理加工でツールまたはウェハ特性故障が現れているかを判断する（STEP 332）。たとえば、後述で詳細に説明するように、故障検出システム110が生成した故障検出指標（たとえば、ウェハおよび/またはツール上に存在する1つまたは複数の条件を示す1つまたは複数の数値）を、たとえばラン間制御装置120が受入れ可能な範囲との比較を行う。指標が受入れ不可能であれば、故障が生じたことになる。故障が生じた場合、ツール故障が生じたランから集められた処理加工後測定値は、後続のレシピを修正する目的で使用されることはない（STEP 336）。さらに、全体的に、加工処理を停止してもよい。一方、故障は生じていないと処理手順で判断された場合、レシピは本発明のラン間技法に基づいて修正される（STEP 340）。このようにして、ツール故障が生じていない状況ではレシピが修正される。

#### 【0034】

図4は、本発明の1つまたは複数の概念によるラン間制御手順を実施するのに使用可能な処理手順の少なくとも1つの例を示す。まず、先行の処理加工またはツールから処理加工後ウェハ特性を測定し、本発明のラン間および故障検出技法が実装されるツールに転送される（STEP 404）。測定値は、上流ツール、または上流処理加工の後でかつ現行のツールの前に位置する計測ツールから得てもよい。同様に、測定値を現行のツール自体から得てもよく、あるいは他の任意の類似デバイスで、または処理加工の前の位置で得てもよい。

#### 【0035】

ある種の例では、上流での測定は妥当なものではない。たとえば、いくつかのツールまたは処理加工で各ウェハを測定することは時間の浪費となる。このような状況では、各ウェハまたはランを測定することはない。たとえば、測定を1ラン置きにまたは2ラン置きに行わない可能性がある。したがって、これらのウェハからの処理加工後測定は妥当ではなく、またはこの処理手順で検討される。このため、上流測定値を調べてそれらが妥当な測定値であるかを判断する（STEP 408）。妥当でない場合、ラン間制御装置120は測定された上流測定値を無視し、先行ランの設定値を用いて処理加工を継続する（STEP 432）。妥当である場合、ツールの処理加工レシピの修正にこの測定値を用いることができる。

## 【0036】

本発明の少なくともいくつかの実施形態により、また後述で詳細に説明するように、レシピに対する修正値を変数として故障検出モデルに取り入れてもよい。これらの実施形態では、ラン間制御装置120が実施したレシピ設定値の任意の変更が故障検出システム110に転送され、次に、故障検出システム110はこれらのレシピ修正値を用いて新しい故障条件範囲を識別する。このようにして、レシピ変更がラン間制御装置120により実施された場合でも、故障検出システム110は感度良好な形（すなわち、修正した任意のレシピ設定値に適合するように故障条件の範囲を調節してある）で動作することが可能である。

## 【0037】

これまで説明し記載した実施形態の具体的な諸ステップおよびその順序は例示的なものであり、他の追加、省略および構成も本発明で企図されていることを理解されたい。たとえば、ラン間制御装置で受信したすべての処理加工属性がまず故障検出システムを介して送られる（またはそこから発せられる）ことも想定している。このような実施形態では、故障を検出した場合、ラン間制御装置は、任意の処理加工属性を受信するのではなく、たとえば故障警報だけを受け取ることになる。

## 【0038】

本発明の1つまたは複数の形態により、また上述したように、ツール故障が生じたまたはウェハ特性障害が生じたツールで処理加工したランまたはウェハは、後続のランのためにラン間処理手順で検討されることはない。そのため、継続する前に、処理加工ツールに関する故障検出情報を検討する（STEP 416）。具体的には、先行ランの障害または故障条件が検出された場合、ツールレシピは修正されない（STEP 412）。さらに、エラーメッセージを表示して、全体的に処理加工を休止してもよい。

## 【0039】

先行ランで故障が検出されなかった場合、データに対する必要な任意の変換が行われる（STEP 420）。たとえば、センサで読み取った未加工データをより有意義な形態のものに変換してよい。一例として、均一性パラメータでは多数の測定値間の比率が必要となる。このため、この例では、測定値それぞれの比率を計算する。同様に、膜圧の平均値では、測定された膜厚すべての平均値を求める変換が必要となる。また、全体として、ある種の測定値については変換が不要となる。

## 【0040】

任意の変換を（必要に応じて）行った後、制御処理手順アルゴリズムを実行して、次の予測アウトプットを推定する（STEP 424）。概括して説明すると、アルゴリズムでは、様々なモデル化技法、ツールレシピ、受入ウェハおよび先行処理加工ランに関する情報を利用して、ツールがもたらすと予測されるアウトプットを定める。たとえば、あるモデルを用いて、圧力、パワー、ガス流、等のパラメータに対応する設定値に基づいて、特定のアウトプット膜厚を予測してよい。

## 【0041】

制御アルゴリズムにより次のアウトプットが予測されると、このアウトプットは仕様限界値と比較される（STEP 428）。仕様限界値は、ウェハ特性の許容限界値を示すものである。アウトプットが仕様限界値内にある場合（すなわち、予測アウトプットが許容範囲内にある場合）、修正は不要であり、先行ランで用いられた同一の設定値が再び使用される（STEP 432）。一方、予測アウトプットが仕様限界値を超えている場合、予測アウトプットをツールの許容取扱範囲と比較する（STEP 436）。ツールの取扱範囲とは、実現可能なツールの性能を示すものである。ツールの取扱範囲が不十分であるために予測アウトプットを仕様限界値内にすることが不可能である場合、その結果、所望の結果を得ることはできなくなる。この場合、処理手順は結果を無視し、エラーメッセージを表示し、また、たとえば処理加工を停止する（STEP 440）。

## 【0042】

予測アウトプットが仕様限界値の外にあるものの、ツールの取扱範囲内にある場合は、



ツールレシピに対して修正を行ってよい（STEP 444）。特に、レシピの1つまたは複数の設定値を、標準的なモデル化技法に従って修正する。多くの場合、当業者には周知であるように、これらのモデルは処理加工技術者によって設計され、施設の初期化段階の際にシステム100にダウンロードされるものである。所望の製品を得るのに必要な調節が推定されると、処理加工が実行される（STEP 448）。このようにして、本発明の1つまたは複数の実施形態では、制御アルゴリズムが、1つまたは複数の目標ウェハ特性（すなわち、所望のアウトプット）、測定された受入ウェハ特性、ならびに、ラン間および故障検出技法により決定したツールレシピに対する修正値を用いて、半導体ウェハを効率的に生産する。

#### 【0043】

図5は、本発明の1つまたは複数の実施形態による故障検出制御手順を実施するために用いる処理手順の少なくとも1つの例を示す。まず、故障検出システム110が、ツールまたは処理加工で実施するレシピを識別する（STEP 504）。使用しているレシピに従って、故障検出モデルが構築または選択される（STEP 508）。当業者には周知のように、故障検出モデルを用いて、故障条件を示す条件範囲を定義してよい。すなわち、レシピに特別に関係するモデルを用いる。

#### 【0044】

故障検出モデルを選択した後、製造処理加工が開始され、その間、センサを用いて、膜厚、均一性、等のウェハ特性が実時間で集められる。あるいは、処理加工の前または後にウェハ特性を集めてもよい。これらの特性を故障検出モデルと比較して、故障検出指標または故障イベント（すなわち、トリガ）を生成する。当業者には周知のように、任意の数の方法を使用して故障検出指標を生成してよい。たとえば、統計的プロセス制御、ニューラルネットワーク、またはモデルベースの解析技法、等のいずれを用いてもよい。上記指標は、ツールが生産するウェハの最適度を示すものである。したがって、上記指標は、ツール故障またはツール障害を示す所定の値と比較してよい。上述したように、上記指標は、ウェハ生産を最適化する際に本発明で用いられるウェハ処理加工属性の少なくとも一部を構成するものである。たとえば、上述したように、ラン間制御装置120は、故障条件を生じたツールが生産したランから測定されたウェハ特性を無視してよい。

#### 【0045】

上述で簡単に説明したように、本発明の少なくともいくつかの実施形態では、ラン間制御装置120によってなされたレシピに対する修正値を故障検出モデルに独立パラメータとして取り入れることが企図される。このようにして、故障検出システム110は、レシピ変更を取り込むように故障条件範囲を再定義して、システム感度を向上することができる。

#### 【0046】

より具体的には、レシピ設定値に対する変更または修正に従って、かつこれを考慮して、故障検出境界を再定義してよい。特に、レシピ設定値の修正に従って故障条件範囲を調整することにより、故障検出モデルでより範囲の狭い故障条件を定めてもよい。本発明の少なくともいくつかの実施形態では、故障条件範囲は、レシピ設定値から一定の間隔で設定してよい。したがって、これらの実施形態では、設定値が修正されると、それに応じた、故障条件範囲に対する修正がなされる。

#### 【0047】

一例として、一次元の場合、特定の目標特性を得るための固定されたレシピ設定値を初期値で設定する（たとえば、50単位量）。このレシピに関連する故障検出モデルに従って、最初に故障条件境界を所与の範囲（たとえば48単位量と52単位量）に設定してよい。これにより、所与の範囲から外れたウェハ特性の実測値（たとえば、52単位量より上、および48単位量未満）は、故障条件となる。これらの故障条件の下で、上述したように、処理加工は、たとえば停止される。

#### 【0048】

処理加工中、ラン間制御装置120によるレシピ設定値に対する修正を、処理加工アウ

10

20

30

40

50

トブットドリフトに対処するように行ってもよい。すなわち、上述の例では、ラン間制御装置120はレシピ設定値を高くし（たとえば、50から53単位量）、それにより意図せず故障条件が生じる場合がある。通常のラン間修正を考慮するために、一つの解決法は、故障条件の範囲を広げることである（たとえば、43単位量および57単位量）。ただし、この解決法では、故障検出性能の感度が低下する。この問題を緩和するために、本発明の実施形態では、修正された設定値を故障検出モデルに組み込んで、設定値からの間隔に基づいて故障条件境界を生成することが企図される。このようにすると、ラン間技法を故障検出概念に組み込むことによりシステムの感度が犠牲になることはない。したがって、この例では、故障条件の範囲は51で51から55にリセットされる。

#### 【0049】

多次元を統合した場合も同様である。この場合、無故障条件領域は、多次元設定値の座標点からある間隔だけ離れていることとして認識することができる。レシピ中の設定値を定義する座標点の内1つまたは複数の座標点がラン間制御装置120によって修正されると、故障条件境界の範囲は、操作されているレシピパラメータの関数として再定義される。

#### 【0050】

さらに、多入力多出力の場合の少なくともいくつかの実施形態では、予測出力値と出力実測値との間隔を故障検出の計量値として使用してよい。したがって、予測値と実際値との差を使用して故障条件境界を決定してもよい。

#### 【0051】

図6は、図2のシステム100の構成要素の可能ないずれかに関する内部ハードウェアの一例の構成図を示しており、この例としては、Intel Corporation（米国California州、Santa Clara）が製造するPentium（登録商標）ベースのプロセッサを有するコンピュータ等の、多数の様々なコンピュータのいずれかが含まれる。バス656は、システム100の他の構成要素を相互接続する主要情報リンクとして作用する。CPU658は、システムの中央演算装置であり、本発明の処理手順ならびに他のプログラムを実行するのに必要な計算や論理演算を行う。読取専用メモリ（ROM）660およびランダムアクセスメモリ（RAM）662は、システムの主要メモリ部を構成している。ディスク制御装置664により、1つまたは複数のディスク駆動装置がシステムバス656にインターフェース接続される。これらのディスク駆動装置は、たとえば、フロッピー（登録商標）ディスク駆動装置670、CD ROMまたはDVD（デジタルビデオディスク）駆動装置666、または内部または外部ハード駆動装置668である。CPU658は、任意の個数の様々なプロセッサであってよく、それにはIntel CorporationやMotorola（米国Illinois州、Schaumburg）が製造するプロセッサが含まれる。メモリ／記憶装置は、DRAMおよびSRAM、ならびに磁気および光媒体を含む種々の記憶装置など、任意の個数の様々なメモリ装置であってよい。さらに、メモリ／記憶装置は伝送形式をとることも可能である。

#### 【0052】

ディスプレイインターフェース672は表示装置648とインターフェース接続しており、バス656からの情報を表示装置648に表示できるようにしている。表示装置648は、場合による付属品である。上述のシステムの他の構成要素など外部装置との通信は、たとえば通信ポート674を用いて行われる。たとえば、ポート674を、計測ツール190にリンクしたバス／ネットワークにインターフェース接続してよい。光ファイバおよび／または電気ケーブルおよび／または導体および／または光通信（たとえば赤外線等）および／または無線通信（たとえば無線周波数（RF）等）を、外部装置と通信ポート674との間の移送媒体として用いることが可能である。周辺インターフェース654は、キーボード650およびマウス652とインターフェース接続しており、入力データをバス656に送信できるようにしている。これらの構成要素に加えて、場合によって制御システムは赤外線送出器678および／または赤外線受光器676も含む。赤外線送出器

は、当コンピュータシステムが、赤外線信号送信を介してデータを送受信する処理構成部品／ステーションの1つまたは複数と共に用いられる場合に、任意選択として用いられる。制御システムは場合によって、赤外線送出器または赤外線受光器を用いる代わりに、低パワーの無線送信器680および低パワーの無線受信器682を用いてもよい。低パワー無線送信器は、生産処理加工用の構成要素が受信するための信号を送信し、それらの構成要素から低パワー無線受信器を介して信号を受信する。

#### 【0053】

図7は、モデル、レシピ等を含むコンピュータ可読コードまたは命令を記憶するのに使用できる例示的なコンピュータ可読メモリ媒体784を示している。一例として、媒体784は、図6に示したディスク駆動装置と共に用いてよい。通常、フロッピー（登録商標）ディスクまたはCD ROMまたはデジタルビデオディスク等のメモリ媒体は、たとえば、シングルバイト言語用のマルチバイトのロケール（local）、ならびに上記システムを制御してコンピュータが本明細書に記載した機能を実行できるようにするプログラム情報を含んでいる。あるいは、ROM660および／またはRAM662を、現行の処理加工に関連する演算を行う中央演算装置658に命令するために用いるプログラム情報を記憶するために用いることも可能である。情報を記憶するための適切なコンピュータ可読媒体の他の例は、磁氣的、電子的、または光学的（ホログラフィ的なものを含む）な記憶装置、あるいはそれらの組合せ、等を含んでいる。さらに、本発明の少なくともいくつかの実施形態では、コンピュータ可読媒体が伝送されるものであることが企図されている。

#### 【0054】

本発明の実施形態では、上述した本発明の種々の形態を実施するためのソフトウェアの様々な部分がメモリ／記憶装置に常駐できることが企図される。

#### 【0055】

概して、本発明の実施形態の様々な構成要素が、ハードウェア、ソフトウェア、またはそれらの組合せで実装できることに留意されたい。このような実施形態では、様々な構成要素およびステップは、ハードウェアおよび／またはソフトウェアで実装されて本発明の機能を実行する。現在使用可能であるか、将来開発される任意のコンピュータソフトウェア言語および／またはハードウェア構成要素が、本発明のそのような実施形態で使用できる。たとえば、上述した機能の少なくとも一部は、BASIC、C、C++、または他のプログラムまたはスクリプト言語（たとえば、TCL、Perl、Java（登録商標）またはSQL）を用いて実装できよう。

#### 【0056】

これまで説明した本発明の特定の実施形態は本発明の全般的な原理を単に例示したものであることも理解されたい。様々な変更が、先に示した原理に矛盾せずに当業者により行うことが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0057】

【図1】 本発明の諸概念の少なくともいくつかを実施するために用いる半導体製造システムの一部の少なくとも1つの例を示すハードウェア構成図である。

【図2】 半導体ウェハを生産するための図1の半導体製造システムにより実装可能な制御システムの少なくとも1つの例を示す図である。

【図3】 本発明の1つまたは複数の実施形態の製造処理加工を制御するために実施可能な処理手順の少なくとも1つの例を示す図である。

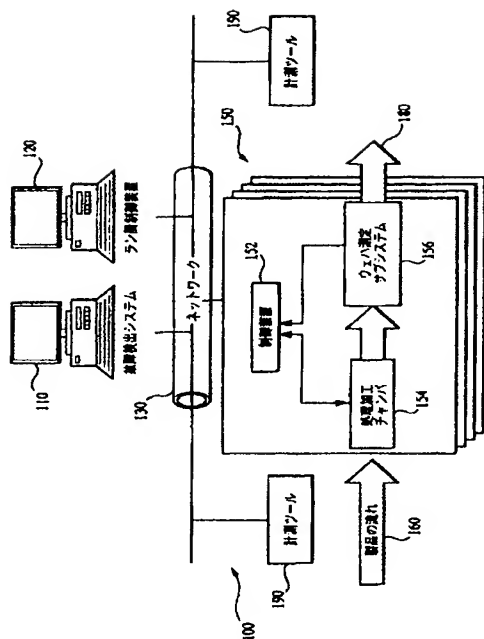
【図4】 本発明の1つまたは複数の実施形態のラン間制御手順を実施するために使用可能な処理手順の少なくとも1つの例を示す図である。

【図5】 本発明の1つまたは複数の実施形態の故障検出制御手順を実施するために使用可能な処理手順の少なくとも1つの例を示す図である。

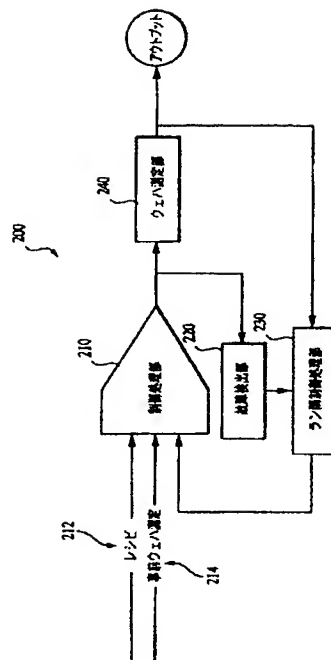
【図6】 本発明の1つまたは複数の実施形態の一部として企図され、かつそれと共に用いる計算装置の形態を示す高レベル構成図である。

【図 7】 本発明の 1 つまたは複数の実施形態のコンピュータ実施可能な処理手順を記憶するために使用できるメモリ媒体の一例を示す図である。

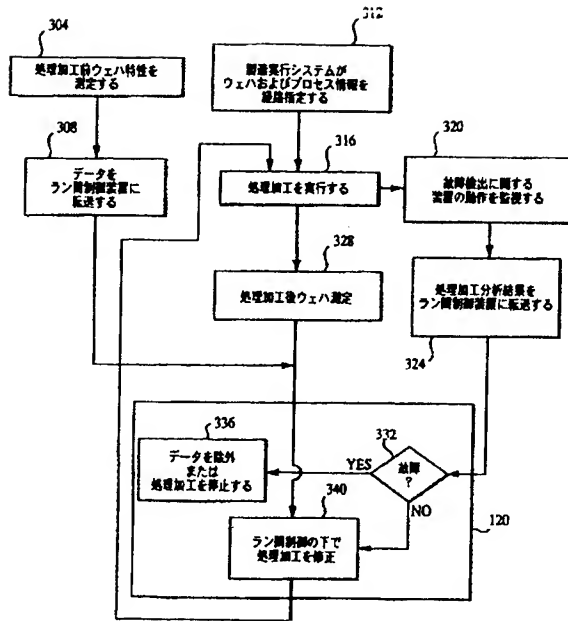
【図 1】



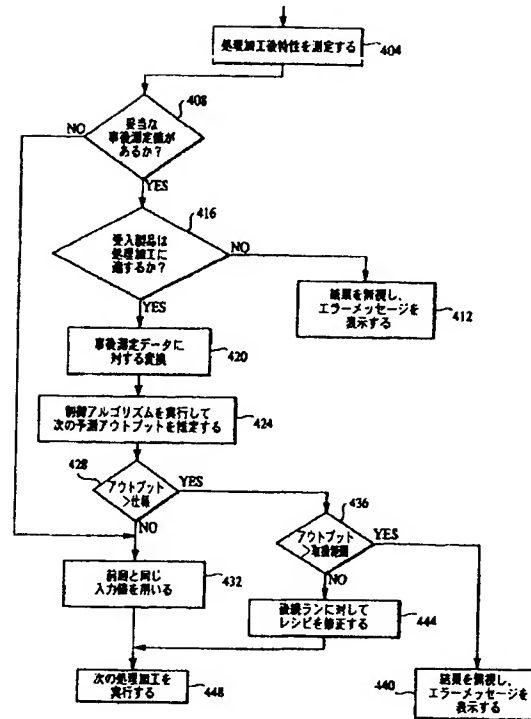
【図 2】



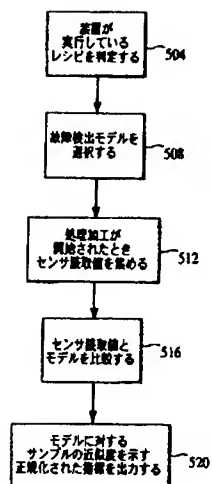
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

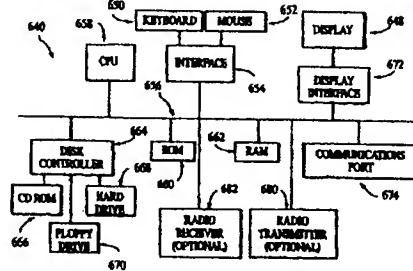
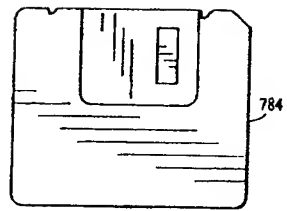


FIG. 6

【図 7】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 G05B19/418 H01L21/66		International Application No. PCT/US 02/21942
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G05B H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 18623 A (ADVANCED MICRO DEVICES INC) 15 March 2001 (2001-03-15)	1,3-18, 20-31, 33,34, 36-46, 48-58, 60-65, 67-70
Y	the whole document	2,16,19, 32,35, 47,59,66
Y	US 6 230 069 B1 (MULLINS JAMES ANTHONY ET AL) 8 May 2001 (2001-05-08)  column 3, line 62 -column 4, line 21 figure 2  -/--	2,16,19, 32,35, 47,59,66
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 1 October 2003		Date of mailing of the international search report 14/10/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 051 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3018		Authorized officer MESEGUER MAYORAL, J

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 In  
 national Application No  
 PCT/US 02/21942

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00 79355 A (SEMY ENGINEERING INC) 28 December 2000 (2000-12-28)  page 5 -page 23 figures 1-5  ---	1-3,6-8, 10-20, 23-25, 27-36, 39, 42-48, 51,54-70
X	US 5 661 669 A (MOZUMDER PURNENDU KANTI ET AL) 26 August 1997 (1997-08-26)   the whole document ---	1,3,6-8, 10-15, 17,18, 20, 23-25, 27-31, 33,34, 36,39, 42-46, 48,51, 54-58, 60-65, 67-70
A	US 5 859 964 A (WANG QINGSU ET AL) 12 January 1999 (1999-01-12)  column 3, line 24-30 -----	1,11,17, 28,33, 42,45, 54,57

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Application No  
 PCT/US 02/21942

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0118623	A	15-03-2001	US 6556881 B1	29-04-2003
			EP 1218807 A1	03-07-2002
			JP 2003508935 T	04-03-2003
			WO 0118623 A1	15-03-2001
US 6230069	B1	08-05-2001	DE 69811742 D1	03-04-2003
			EP 1090335 A1	11-04-2001
			JP 2002519779 T	02-07-2002
			WO 0000874 A1	06-01-2000
WO 0079355	A	28-12-2000	AU 5881700 A	09-01-2001
			CN 1371489 T	25-09-2002
			EP 1200885 A1	02-05-2002
			JP 2003502771 T	21-01-2003
			TW 484043 B	21-04-2002
			WO 0079355 A1	28-12-2000
			US 6587744 B1	01-07-2003
US 5661669	A	26-08-1997	US 5526293 A	11-06-1996
US 5859964	A	12-01-1999	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI, GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,ME,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,O M,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 アルルクマー ビー. シャンムガサンドラム

アメリカ合衆国 94086 カリフォルニア州 サニーヴェイル マデラ アベニュー 428  
ナンバー10

(72)発明者 アレキサンダー ティー. スクワーム

アメリカ合衆国 78749 テキサス州 オースティン ラ ブエンテ ドライブ 9303

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第2区分  
 【発行日】平成18年1月5日(2006.1.5)

【公表番号】特表2005-522018(P2005-522018A)  
 【公表日】平成17年7月21日(2005.7.21)  
 【年通号数】公開・登録公報2005-028  
 【出願番号】特願2003-514592(P2003-514592)  
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/02 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/02 Z

【手続補正書】

【提出日】平成17年7月12日(2005.7.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムでウェハを処理加工する方法であって、

1) ツールを制御するレシピを前記ラン間制御装置内に受信するステップであって、前記レシピは1つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ステップと、

2) 前記故障検出システムで識別したウェハ特性および故障条件を含む処理加工属性を測定することにより前記ウェハの処理加工を監視するステップと、

3) 前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送するステップと、

4) 前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定された処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するステップと

を有することを特徴とする方法。

【請求項2】

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定するステップをさらに有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成するステップと、前記少なくとも1つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送するステップとをさらに有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記修正するステップは、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較するステップを有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記修正するステップは、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較するステップを有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】

故障条件を検出すると前記処理加工を停止するステップをさらに有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記少なくとも 1 つの設定値は 2 つ以上の設定値であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記少なくとも 1 つの設定値は、温度、圧力、パワー、処理加工時間、リフト位置、および材料流量の内少なくとも 1 つを含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 11】**

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 12】**

ウェハ故障が検出された場合、前記測定されたウェハ特性を用いて前記レシピを修正しないことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 13】**

ウェハを処理加工する方法であって、

1) レシピに従って前記ウェハを処理加工するステップであって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含むステップと、

2) ウェハ特性を測定するステップと、

3) 故障条件を示す条件を検出するステップと、

4) 故障条件がない場合に、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定されたウェハ特性に基づいて前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正するステップとを有することを特徴とする方法。

**【請求項 14】**

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 15】**

前記測定するステップは処理加工中に行われることを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 16】**

前記測定するステップは処理加工後に行われることを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 17】**

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして組み込むことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 18】**

製造実行システムでウェハを処理加工するシステムであって、

前記製造実行システムから受信したレシピに従ってツールを制御するラン間制御装置であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

ウェハ属性を含む処理加工属性を測定するセンサと、

前記ウェハ特性を監視して故障条件を示す条件を検出し、前記条件を前記ラン間制御装置に転送する故障検出器とを備え、

前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記処理加工属性に従って前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正することを特徴とするシステム。

**【請求項 19】**

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定するセンサをさらに備えることを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 20】**

前記故障検出器は前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成し、前記少なくとも 1 つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送することを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 21】**

前記ラン間制御装置は、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較することにより前記少なくとも 1 つの設定値を修正することを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 22】**

前記ラン間制御装置は、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較することにより前記少なくとも 1 つの設定値を修正することを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 23】**

故障条件を検出すると、前記ラン間制御装置は処理加工を停止することを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 24】**

前記少なくとも 1 つの設定値は 2 つ以上の設定値であることを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 25】**

前記少なくとも 1 つの設定値は、温度、圧力、パワー、処理加工時間、リフト位置、および材料流量の内少なくとも 1 つを含んでいることを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 26】**

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 27】**

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 28】**

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 18 に記載のシステム。

**【請求項 29】**

ウェハを処理加工するシステムであって、  
レシピに従って前記ウェハを処理加工するラン間制御装置であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

ウェハ特性を測定するセンサと、

故障条件を示す条件を検出する故障検出器とを備え、

前記故障検出器によって検出された故障条件がない場合に、前記ラン間制御装置は、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記ウェハ特性に基づいて前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値を修正することを特徴とするシステム。

**【請求項 30】**

故障条件が検出された場合、前記ラン間制御装置は前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値を修正しないことを特徴とする請求項 29 に記載のシステム。

**【請求項 31】**

前記センサは処理加工中にウェハ特性を測定することを特徴とする請求項 29 に記載のシステム。

**【請求項 32】**

前記センサは処理加工後にウェハ特性を測定することを特徴とする請求項 29 に記載の

システム。

【請求項 3 3】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 2 9 に記載のシステム。

【請求項 3 4】

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムでウェハを処理加工するシステムであって、

ツールを制御するレシピを前記ラン間制御装置内に受信する手段であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、手段と

前記故障検出システムで識別したウェハ特性および故障条件を含む処理加工属性を測定することにより前記ウェハの処理加工を監視する手段と、

前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送する手段と、

前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正する手段と

を備えることを特徴とするシステム。

【請求項 3 5】

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定する手段をさらに備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 3 6】

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成する手段と、前記設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送する手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 3 7】

前記修正する手段は、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較する手段を備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 3 8】

前記修正する手段は、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較する手段を備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 3 9】

故障条件を検出すると前記処理加工を停止する手段をさらに備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 4 0】

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 4 1】

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 4 2】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 3 4 に記載のシステム。

【請求項 4 3】

ウェハを処理加工するシステムであって、

レシピに従って前記ウェハを処理加工する手段であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む手段と、

ウェハ特性を測定する手段と、

故障条件を示す条件を検出する手段と、

故障条件がない場合に、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定されたウェハ特性に基づいて前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正する手段と

を備えることを特徴とするシステム。

【請求項 4 4】

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項 4 3 に記載のシステム。

【請求項 4 5】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 4 3 に記載のシステム。

【請求項 4 6】

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムでウェハを処理加工するためのコンピュータプログラムを実装するコンピュータ可読媒体であって、

ツールを制御するレシピをラン間制御装置内に受信するコンピュータ可読命令であって、前記レシピは 1 つまたは複数の目標ウェハ特性を得るための少なくとも 1 つの設定値を含む、コンピュータ可読命令と、

前記故障検出システムで識別したウェハ特性および故障条件を含む処理加工属性を測定することにより前記ウェハの処理加工を監視するコンピュータ可読命令と、

前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送するコンピュータ可読命令と、

前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標ウェハ特性を維持するように、前記測定された処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも 1 つの設定値を修正するコンピュータ可読命令と

を有することを特徴とするコンピュータ可読媒体。

【請求項 4 7】

処理加工を実行する前にウェハ特性を測定するコンピュータ可読命令をさらに有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 4 8】

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成するコンピュータ可読命令と、前記設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送するコンピュータ可読命令とをさらに有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 4 9】

前記修正するコンピュータ可読命令は、予測アウトプットを許容ツール仕様限界値と比較するコンピュータ可読命令を有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 0】

前記修正するコンピュータ可読命令は、予測アウトプットを許容ツール取扱範囲と比較するコンピュータ可読命令を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 1】

故障条件を検出すると前記処理加工を停止するコンピュータ可読命令をさらに有することを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 2】

前記故障条件はツール故障を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 3】

前記故障条件はウェハ特性故障を含むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 4】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの少なくとも 1 つの設定値をパラメータとして前記ラン間制御装置で組み込むことを特徴とする請求項 4 6 に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 5 5】

ウェアを処理加工するためのコンピュータプログラムを実装するコンピュータ可読媒体であって、

レシピに従って前記ウェアを処理加工するコンピュータ可読命令であって、前記レシピは1つまたは複数の目標ウェア特性を得るための少なくとも1つの設定値を含むコンピュータ可読命令と、

ウェア特性を測定するコンピュータ可読命令と、

故障条件を示す条件を検出するコンピュータ可読命令と、

故障条件がない場合に、前記目標ウェア特性を維持するように、前記測定されたウェア特性に基づいて前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するコンピュータ可読命令とを有することを特徴とするコンピュータ可読媒体。

【請求項56】

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項55に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項57】

故障条件を示す条件範囲を定義するのに用いる故障検出モデルを修正して、前記レシピの前記少なくとも1つの設定値をパラメータとして組み込むことを特徴とする請求項55に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項58】

ラン間制御装置を故障検出システムと共に用いて製造実行システムで物品を処理加工する方法であって、

1) ツールを制御するレシピを前記ラン間制御装置内に受信するステップであって、前記レシピは1つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ステップと、

2) 前記故障検出システムで識別した物品特性および故障条件を含む処理加工属性を測定することにより前記物品の処理加工を監視するステップと、

3) 前記加工処理属性を前記ラン間制御装置に転送するステップと、

4) 前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標物品特性を維持するように、前記測定された処理加工属性に従って前記ラン間制御装置で前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項59】

処理加工を実行する前に物品特性を測定するステップをさらに有することを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項60】

前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成するステップと、前記少なくとも1つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送するステップとをさらに有することを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項61】

故障条件を検出すると前記処理加工を停止するステップをさらに有することを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項62】

前記少なくとも1つの設定値は2つ以上の設定値であることを特徴とする請求項58に記載の方法。

【請求項63】

物品を処理加工する方法であって、

1) レシピに従って前記物品を処理加工するステップであって、前記レシピは1つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも1つの設定値を含むステップと、

2) 物品特性を測定するステップと、

3) 故障条件を示す条件を検出するステップと、

4) 故障条件がない場合に、前記目標物品特性を維持するように、前記測定された物品



特性に基づいて前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項64】

故障条件が検出された場合、処理加工を停止することを特徴とする請求項63に記載の方法。

【請求項65】

製造実行システムで物品を処理加工するシステムであって、

前記製造実行システムから受信したレシピに従ってツールを制御するラン間制御装置であって、前記レシピは1つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

物品属性を含む処理加工属性を測定するセンサと、

前記物品特性を監視して故障条件を示す条件を検出し、前記条件を前記ラン間制御装置に転送する故障検出器とを備え、

前記故障検出システムが故障条件を検出した場合を除き、前記目標物品特性を維持するように、前記処理加工属性に従って前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正することを特徴とするシステム。

【請求項66】

処理加工を実行する前に物品特性を測定するセンサをさらに含むことを特徴とする請求項65に記載のシステム。

【請求項67】

前記故障検出器は前記測定された処理加工属性から故障検出指標を生成し、前記少なくとも1つの設定値を修正する目的で前記指標を前記ラン間制御装置に転送することを特徴とする請求項65に記載のシステム。

【請求項68】

故障条件を検出すると、前記ラン間制御装置は処理加工を停止することを特徴とする請求項65に記載のシステム。

【請求項69】

前記少なくとも1つの設定値は2つ以上の設定値であることを特徴とする請求項65に記載のシステム。

【請求項70】

物品を処理加工するシステムであって、

レシピに従って前記物品を処理加工するラン間制御装置であって、前記レシピは1つまたは複数の目標物品特性を得るための少なくとも1つの設定値を含む、ラン間制御装置と、

物品特性を測定するセンサと、

故障条件を示す条件を検出する故障検出器とを備え、

前記故障検出器によって検出された故障条件がない場合に、前記ラン間制御装置は、前記目標物品特性を維持するように、前記物品特性に基づいて前記レシピの少なくとも1つの設定値を修正することを特徴とするシステム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

図6は、図2のシステム100の構成要素の可能ないずれかに関する内部ハードウェア640の一例の構成図を示しており、この例としては、Intel Corporation（米国California州、Santa Clara）が製造するPentium（登録商標）ベースのプロセッサを有するコンピュータ等の、多数の様々なコンピュータのいずれかが含まれる。バス656は、システム100の他の構成要素を相互接続する

主要情報リンクとして作用する。CPU 658は、システムの中央演算装置であり、本発明の処理手順ならびに他のプログラムを実行するのに必要な計算や論理演算を行う。読取専用メモリ（ROM）660およびランダムアクセスメモリ（RAM）662は、システムの主要メモリ部を構成している。ディスク制御装置664により、1つまたは複数のディスク駆動装置がシステムバス656にインターフェース接続される。これらのディスク駆動装置は、たとえば、フロッピー（登録商標）ディスク駆動装置670、CD ROMまたはDVD（デジタルビデオディスク）駆動装置666、または内部または外部ハードディスク駆動装置668である。CPU 658は、任意の個数の様々なプロセッサであってよく、それにはIntel CorporationやMotorola（米国Illinois州、Schaumburg）が製造するプロセッサが含まれる。メモリ／記憶装置は、DRAMおよびSRAM、ならびに磁気および光媒体を含む種々の記憶装置など、任意の個数の様々なメモリ装置であってよい。さらに、メモリ／記憶装置は伝送形式をとることも可能である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図6】

